



STAR-CCM+流固耦合技术在船舶行业的应用

- ④ 分区式流固耦合
- ④ 数据映射
- ④ CO-Simulation
- ④ Star-CCM+船舶行业FSI优势

工业与流固耦合



油气

- 立管 VIV,FIV
- 清管



生命科学

- 支架
- 心脏瓣膜



航空航天
国防
&



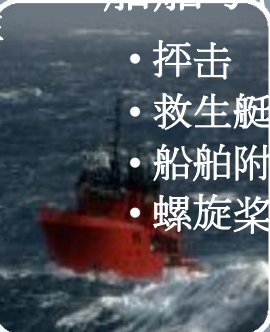
化工

- 搅拌罐/槽



核能

- 气动弹性
- 颤振



船舶与海工

- 抨击
- 救生艇自由下落
- 船舶附体
- 螺旋桨



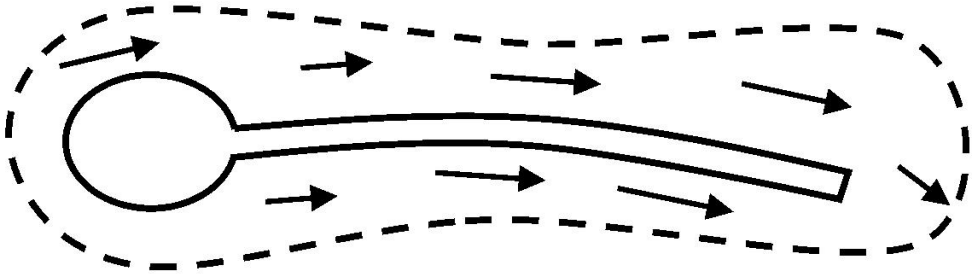
汽车

- 棒束



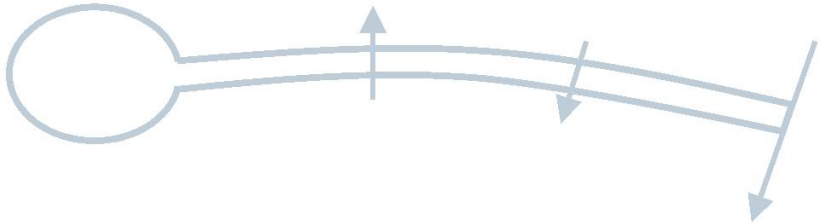
能源

- 邮箱晃荡
- 减震器



流体计算域
velocity, pressure

$$\frac{dw_f}{dt} + D_f(w_f, p) = S_f$$



固体计算域
displacement

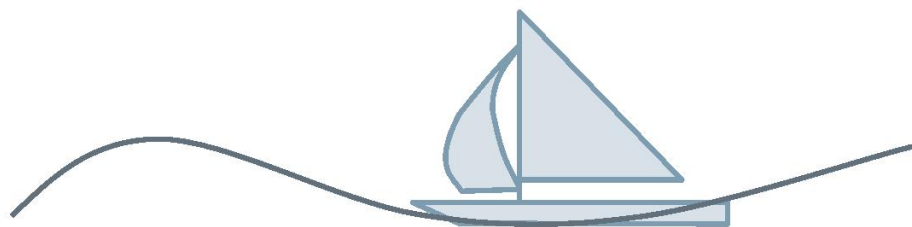
$$\frac{dw_s}{dt} + D_s(w_s, p) = S_s$$

交互 (独立求解)

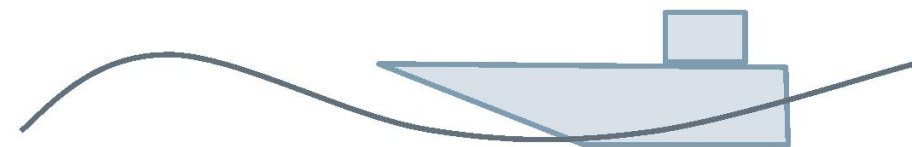
$d \dots$ displacement
 $w \dots$ static velocity
 $\Gamma \dots$ boundary and interface
 $D \dots$ spatial operator
 $p \dots$ pressure and shear
 $\Gamma \dots$ boundary and interface
 $S \dots$ possible source terms

$p \dots$ pressure and shear
 $\Gamma \dots$ boundary and interface
 $S \dots$ possible source terms

单向与双向耦合

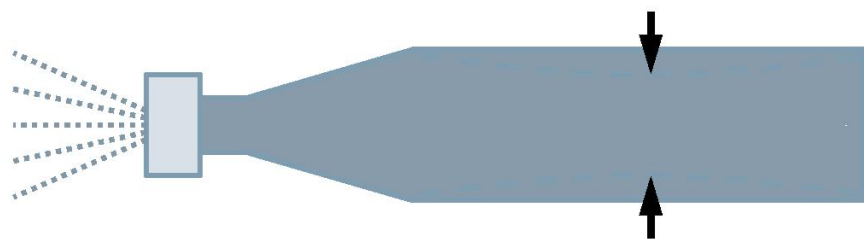


柔性帆船
双向耦合

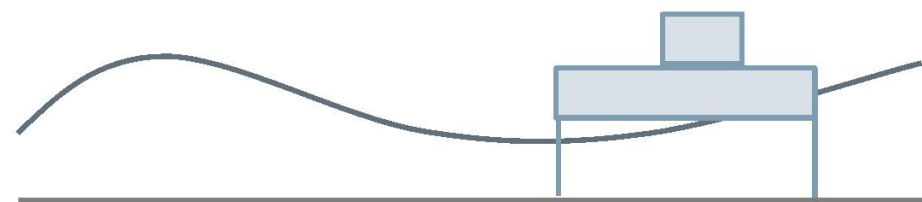


刚性船
刚体 (6DOF) 运动问题

数据传递的双向性



开口瓶内的空气
单向耦合

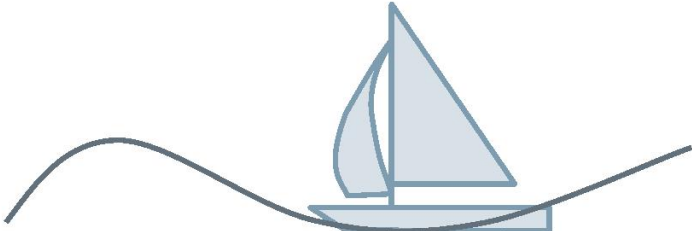


刚体、固定结构物
单向耦合

数据传递的单向性

强耦合与弱耦合

强耦合

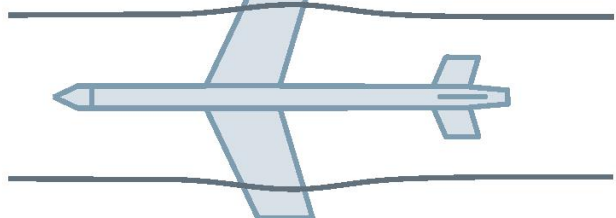


$$\frac{dw_f}{dt} + D_f(w_f, \frac{dw_s}{dt}) = S_f$$

$$\frac{dw_s}{dt} + D_s(w_s, \frac{dw_f}{dt}) = S_s$$

- 耦合项对守恒方程影响大.
- 不可压高密度流体，例如液体.
- 柔性结构体.
- 排开流体的质量与结构物质量相当

弱耦合



$$\frac{dw_f}{dt} + D_f(w_f, \frac{dw_s}{dt}) = S_f$$

$$\frac{dw_s}{dt} + D_s(w_s, \frac{dw_f}{dt}) = S_s$$

- 耦合项对守恒方程影响小.
- 可压缩低密度流体，例如气体.
- 刚性结构体.
- 排开流体的质量相对于结构物质量可以忽略.

(密度相当) .

Restricted © Siemens AG 2016

Page 6

E.g. 船舶应用.

E.g. 气弹.

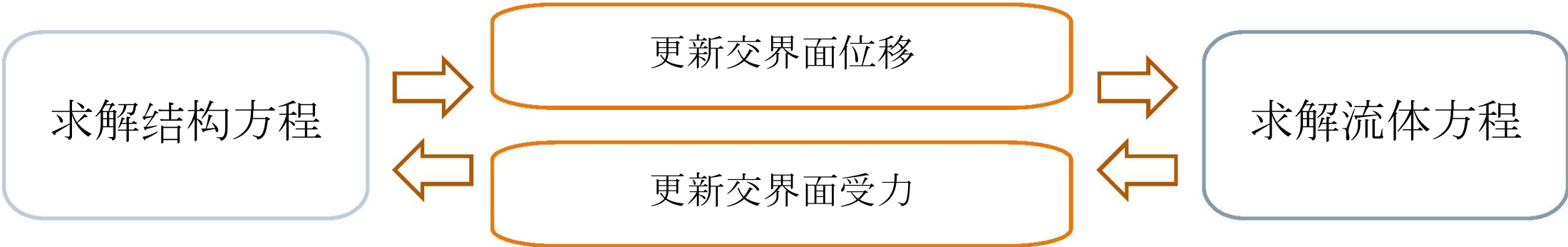
Siemens PLM Software

分区式FSI

$$\frac{dw_s}{dt} + D_s(w_s, p \Gamma_{sf}) = S_s$$

$$\frac{dw_s}{dt} + D_s(w_s, p \Gamma_{sf}) = S_s$$

交互 (独立求解)



分区式FSI

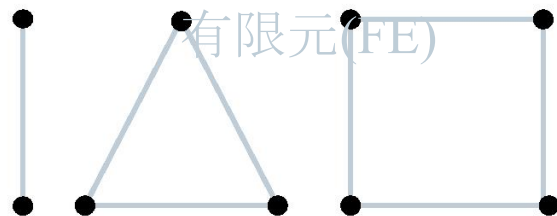
求解结构方程

每个时间步更新次数:

One → 显式耦合

Several → 隐式耦合

求解流体方程

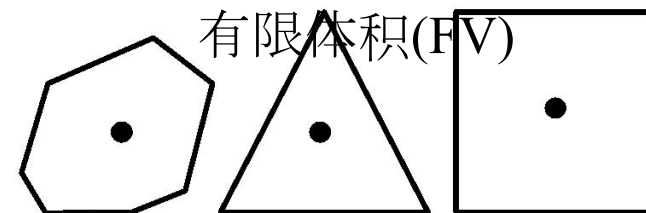


有限元(FE)

坐标系: Lagrange

自由度: 节点

细化: 单元数 & 离散阶数



有限体积(FV)

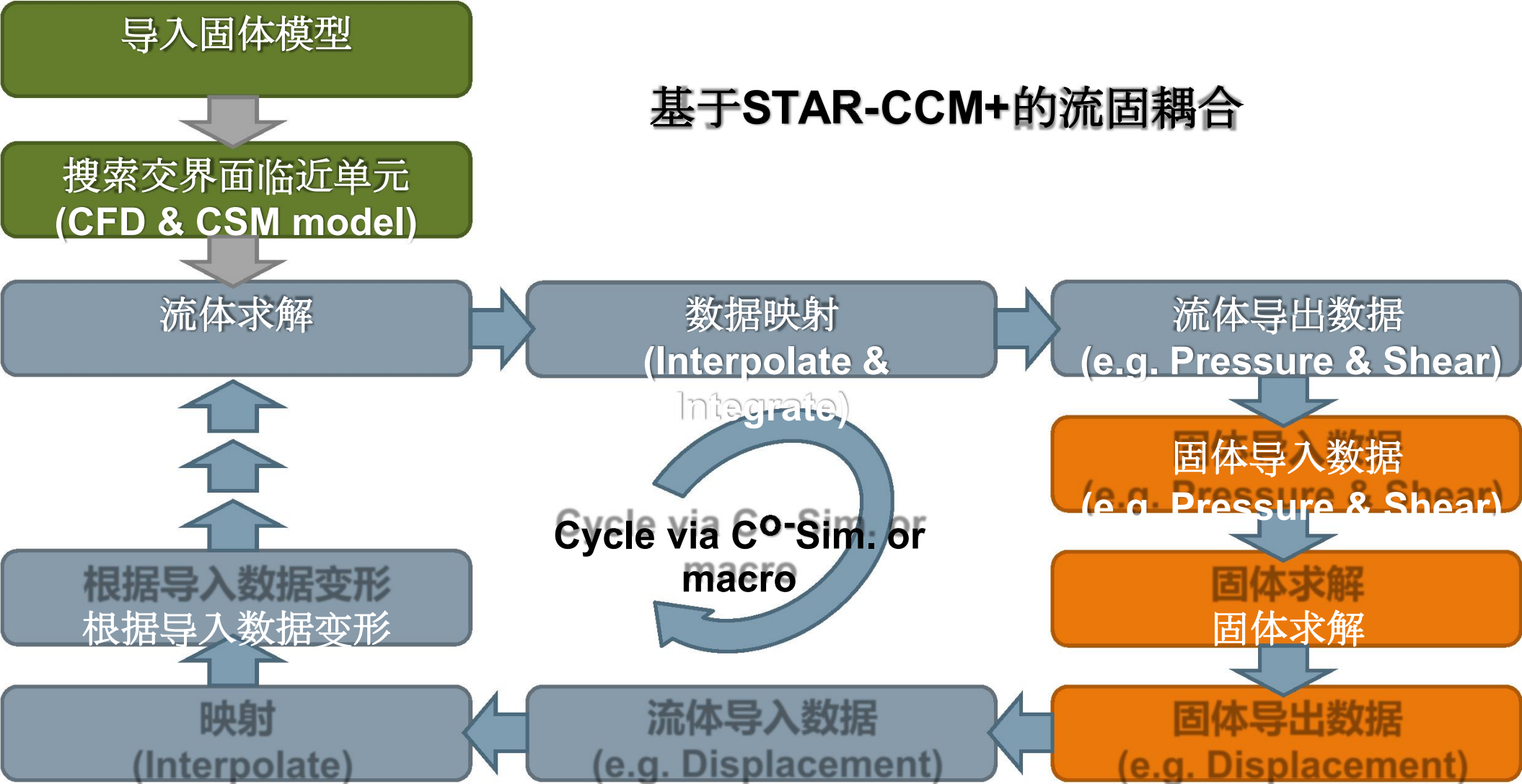
坐标系: Euler

自由度: 单元中心

细化: 单元数

工作流程

基于STAR-CCM+的流固耦合

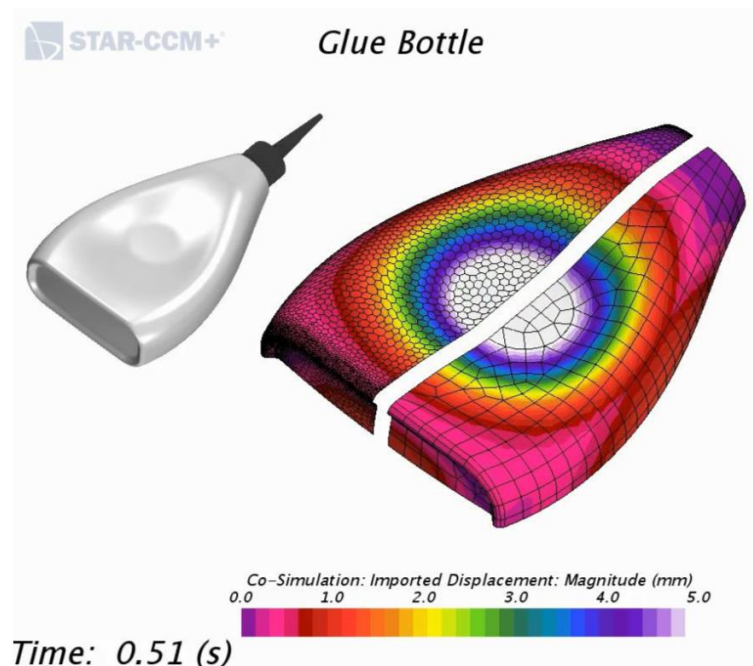


数据映射

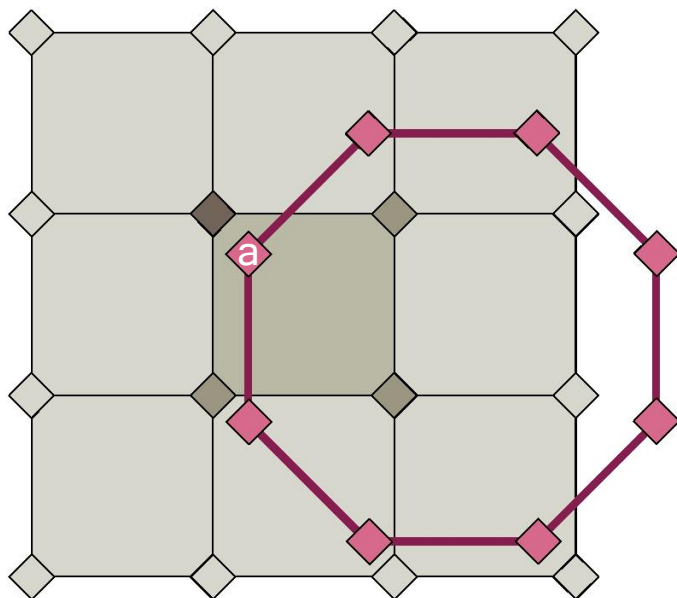
STAR-CCM+ 数据映射

准确、稳定、高效的面数据映射

- ④ 结构、流体网格之间的通讯借助变量的映射来实现
- ④ 结构-流体的交界面拓扑结构并不一致、网格节点并不连续
- ④ Simcenter STAR-CCM+ 提供了最先进的数据映射技术
 - 结构到流体的映射: 临近法则、型函数以及最小二乘法
 - 流体到结构的映射: 临近法则、最小二乘法、精确imprint与近似imprint



物理量基于节点的插值/映射



- 灰色有限元节点上的位移插值到红色有限体积网格.
- 流体网格节点“a”位于有限元网格面内部.

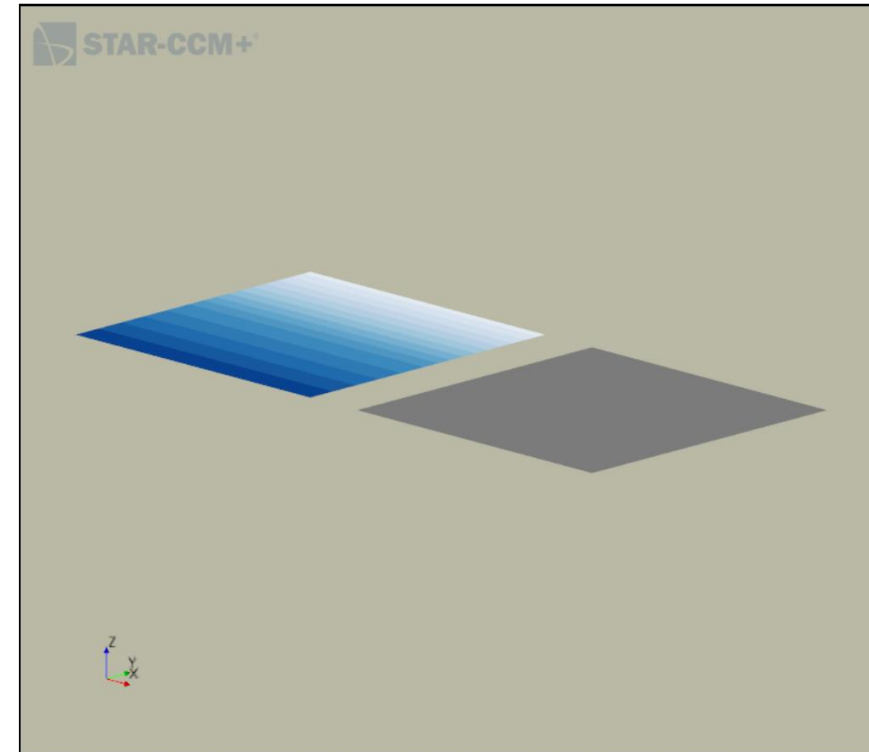
对于不同的插值格式，流体网格节点“a”的值来自于：

- 临近法则: 深灰色有限元节点
- 形函数: 深灰色及灰色 (采用有限元中形函数).
- 最小二乘法: 图中所有节点 (与深灰色单元相连接的所有单元对应的节点都参数插值).

映射案例

- 将蓝-白函数映射到灰色面.
- 源面为2阶有限元单个单元,目标面为 100×100 有限体积单元.

Comment:流体网格通常比结构网格要细密.



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/816233031233010234>